Aus den seminaristischen Übungen für pathologische Physiologie an der Universität Berlin
Leiter: Professor Dr. Adolf Bickel

Über den Einfluß der Zubereitung der menschlichen Nahrung mit Hilfe des Feuers auf ihren ernährungsphysiologischen Wert

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Medizinischen Doktorwürde
an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

Vorgelegt von **Paul Heusch** aus Düsseldorf

Tag der Promotion: 15. Juli 1937

Druck von Hoffmann & Reiber . Görlitz
1937

M 209

Gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Siebeck

Referent: Prof. Bickel . Korreferent: Prof. Heubner

Wenn man die Menschwerdung aus dem Urmenschen in die Zeit der Entdeckung der Feuerbereitung verlegt, dann ist der Urmensch gewiß reiner Rohköstler gewesen; aber es bedeutet andererseits die planmäßige Verwendung des Feuers noch nicht der Eintritt des Menschen in das Stadium der Kultur. Ja noch mehr, die Kenntnis der Feuerbereitung bedeutet auch noch nicht einmal die Kenntnis von der Möglichkeit, Wasser mit Hilfe des Feuers zu kochen, überhaupt das Feuer in den Dienst der Zurichtung der Nahrung zu stellen. Auch der Satz, der den Zeitpunkt der Menschwerdung in die Zeit der Entdeckung der Feuerbereitung verweist, bedarf insofern einer Einschränkung, als ausnahmsweise auch ohne Kenntnis der Feuerbereitung bei niedersten Menschenstämmen geistige Äußerungen vorhanden sein können, die wir durchaus als Äußerungen menschlichen Geistes anzusprechen gezwungen sind. Die Bakango, einer der niedrigsten heute lebenden Menschenstämme, kennen noch immer nicht die Kunst der Feuerbereitung durch Quirlen, müssen darum das Feuer bei ihrer nomadisierenden Lebensweise dauernd mit sich schleppen, verstehen aber Jagdgeräte herzustellen und liegen der Jagd ob. Ich sagte, die Entdeckung der Feuerbereitung könne man wohl im allgemeinen als den Beginn der Menschwerdung bezeichnen; aber sie bedeutet noch nicht den Eintritt des Menschen in die Kultur. Kultur heißt, seßhaft werden von vorher nomadisierenden Menschen mit planmäßiger Nahrungserzeugung und Vorratswirtschaft. Wie weit vor dem Eintritt in die Kultur das Feuer zur Nahrungsbereitung benutzt wurde, läßt sich natürlich nicht mehr genau feststellen. Seit Eintritt in die Kultur ist jedenfalls das Feuer immer in umfangreichem Maße zur

Zubereitung der Nahrung verwandt worden. Man kann daher die etwa mit dem Eintritt in die Kultur sich einstellenden und von der Art der Ernährung abhängigen gesundheitlichen Schäden, wie z. B. das Auftreten der Zahncaries, nicht ausschließlich mit der Verwendung des Feuers bei der Zubereitung der Nahrung in Zusammenhang bringen. Noch bis tief in die historische Zeit hinein ragen primitive Menschenstämme, die wohl die Kunst der Feuerbereitung kannten, aber die nicht wußten, daß man mit Hilfe des Feuers kochen und braten könne.

Als Ergebnis dieser Betrachtungen, die im wesentlichen aus dem Werk von *Hintze*[1]) „Geographie und Geschichte der Ernährung", und den Arbeiten von *Proell*[2]) entnommen sind, geht hervor, daß die Kenntnis der Zubereitung der Nahrung mit Hilfe des Feuers unter den primitivsten Menschen sehr wahrscheinlich schon verbreitet war, bevor der Mensch in das Zeitalter der Kultur eintrat, daß aber im ganzen Zeitalter der Kultur, also bis zur Gegenwart, die Zubereitung der Nahrung mit Hilfe des Feuers immer eine große und sich vergrößernde Rolle bei der menschlichen Ernährung gespielt hat.

Wenn man als naturgemäße Ernährung des Menschen die Ernährung bezeichnen will, der der Urmensch vor seiner Menschwerdung obgelegen hat, dann kann es nur die Rohkost gewesen sein; will man aber als naturgemäße Ernährung des Menschen diejenige Ernährungsart gelten lassen, die die primitivsten Menschenstämme vor ihrem Eintritt in die Kultur gehabt haben, dann kann es im allgemeinen nur eine Ernährung sein, bei der ein Teil der Nahrung als Rohkost, ein anderer Teil aber als mit Hilfe des Feuers zubereitete Kost genossen wird.

Als *Rousseau* in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts der kultivierten Welt sein „Zurück zur Natur" zugerufen hatte, war die Wirkung unter anderem auch diejenige, daß sich auf dem Gebiete der Ernährung reformatorische Bestrebungen geltend machten. In diesem Zusammenhang wurde dann auch die Rohkost propagiert, gewiß vor allem im Sinne einer rohköstlerisch-vegetabilischen Ernährung, aber doch auch im

Sinne einer rohköstlerisch-omnivoren Ernährung, bei der neben den pflanzlichen Nahrungsmitteln, Milch und Milchprodukte, Eier und Fleisch, aber auch unter Weglassung des Fleisches propagiert wurden. Von fanatischen Ernährungsaposteln, die es wie heute ja auch in früherer Zeit gegeben hat, wurden immer wieder in den letzten 150—200 Jahren mit dem Hinweis auf den besonderen Wert der Rohkost Propaganda und Geschäfte gemacht; aber auch von ernsten Ärzten konnte nicht bestritten werden, daß Rohkost in mancher Hinsicht in ihrem Wert für die menschliche Ernährung einer mit Hilfe des Feuers zubereiteten Kost überlegen sei. Mit der Entdeckung der Vitamine und deren vielfach mangelhafter Hitzebeständigkeit erhielt die Rohkostbewegung einen starken Auftrieb. Das olympische Ernährungsexperiment im Jahre 1936 hat dazu gezeigt, daß in der Tat höchste menschliche körperliche Leistungsfähigkeit nur erreichbar ist, wenn diejenige Nahrung, die mit Hilfe des Feuers zubereitet wird, unter möglichst sparsamer Verwendung des Feuers mit möglichst kurzer Koch-, Röst- oder Bratdauer hergestellt wird und wenn daneben ein ansehnlicher Teil der Nahrung Rohkost, und zwar vegetabilische Rohkost, ist.

Daß durch stärkere Erhitzung der Nahrung in ihr ursprünglich vorhandene Vitamine, vielleicht auch Fermente und Hormone, deren Zufuhr zum menschlichen Körper von Bedeutung sein könnten, zerstört zu werden vermögen, ist unbestreitbar. Die Kenntnis von der ernährungsphysiologischen Bedeutung der Vitamine ist ja heute Gemeingut des ganzen Volkes.

Darüber hinaus ist es aber auch möglich, daß durch höhere Temperaturen eine Denaturierung der organischen Nährstoffe im engeren Sinne stattfinden kann, so daß deren Nährwert in irgendeiner Richtung herabgemindert würde. Beim Kohlehydrat und dem Fett und den Trabanten des Fettes ist eine solche Hitzedenaturierung weniger zu fürchten als beim Eiweiß, von dem schon immer bekannt war, daß es bei der Kochtemperatur des Wassers koaguliert. Bei noch höheren Tem-

peraturen, den Brat- und Backtemperaturen, tritt allerdings dann eine Gefährdung aller organischen Nährstoffe ein. Wir sehen es an der Bräunung des Fettes, an der Karamelbildung des Zuckers und an der Bräunung und Krustenbildung des Eiweißes. Auch die Beobachtungen von *Bickel* und *van Eweyk*[3]) „Über die Bildung von sekretinartig wirkenden Stoffen bei starker Erhitzung von Eiweiß" deuten auf Zersetzung des Eiweißes hin. Gewiß steht bei dieser ganzen Frage der Denaturierung der organischen Nährstoffe durch Hitzeeinwirkung das Eiweiß und die Eiweißträger in der Nahrung im Vordergrund des Interesses. So viel man sich auch mit diesen Dingen theoretisch beschäftigt hat, so darf man doch behaupten, daß das, was über Denaturierung der organischen Nährstoffe und ihren dadurch bedingten, verminderten Nährwert bis in die Gegenwart hinein geredet und geschrieben worden ist, mengenmäßig im umgekehrten Verhältnis dazu steht, was darüber gesicherter wissenschaftlicher Besitz ist. So wird es willkommen sein, wenn an einem speziellen Beispiel mit der Schärfe des naturwissenschaftlichen Experimentes gezeigt wird, daß die Erhitzung eines richtigen Nährstoffes in der Tat zu Veränderungen an ihm führt, so daß ceteris paribus bei Ernährung mit dem erhitzten Material der gesamte Stoffwechsel in drastischer Weise anders abläuft, als bei Ernährung mit dem gleichen Material, das nur der Kochtemperatur ausgesetzt war.

Da das Mehl eins der wichtigsten Nährstoffe bei der heutigen menschlichen Ernährung darstellt und da ebensowohl bei der Zubereitung vieler Speisen geröstetes Mehl verwandt wird, wie auch bei der Herstellung von Brot und anderen Backwaren der gesamte Teig oder nur die äußere Schicht, die die sogenannte Kruste darstellt, den hohen Röst- und Backtemperaturen ausgesetzt ist, wird eine Untersuchung des Verhaltens des aufgekochten und des gerösteten Mehles im Stoffwechsel von Interesse sein. Bei der Verschiedenartigkeit der beiden für die Brotbereitung in Frage kommenden Mehle, dem Roggenmehl und dem Weizenmehl, war es gleich wünschenswert, diese Untersuchungen mit den beiden Mehlen vorzunehmen. Da aber

das Roggenmehl in der deutschen Volksernährung beim Brotgetreide an erster Stelle steht, habe ich die Versuche, die ich in vorliegender Arbeit mitteilen will, mit diesem Mehl angestellt.

Ich untersuchte, wie sich die Oxydationslage im intermediären Stoffwechsel verhält, wenn bei den gleichen Versuchstieren im Rahmen einer genau definierten, gemischten Nahrung das Nahrungseiweiß entweder das Eiweiß in Wasser kurz aufgekochten Roggenmehls ist, oder wenn es das Eiweiß eines vorher kräftig braun durchgerösteten Roggenmehls ist, wobei das gekochte und das geröstete Roggenmehl dem gleichen Roggenmehlvorrat entstammte. Die Versuchsmethodik, die ich anwandte, ist die von *Bickel*[4]) ausgearbeitete Methode mit Hilfe der Bestimmung der Harnquotienten C : N und Vacat — O : N, die es gestattet, qualitativ unterschiedliche Eiweiße, wenn jedes von ihnen jeweils die gesamte Eiweißnahrung darstellt, an ihrem stoffwechselregulatorischen Einfluß zu differenzieren.

Das Ergebnis meiner Arbeit ist eindeutig. Nachdem zwei Wochen lang mit gekochtem Roggenmehl die Versuchstiere, 10 männliche, weiße Ratten, ernährt worden waren, hatten die Harnquotienten eine sehr konstante Lage gewonnen. Als nun das gekochte Roggenmehl durch das geröstete Roggenmehl in N-aequimolecularer Menge ersetzt wurde, stiegen die Harnquotienten bei den Versuchstieren sofort an und behaupteten den erhöhten Wert in der Folgezeit. Die N-Bilanz war in allen Perioden dieselbe; das gleiche gilt für die Trockenkotmengen, Kotstickstoff war ebenfalls in allen Perioden annähernd gleich. Daraus ergibt sich, daß der Stickstoff des gerösteten Roggenmehls ebensogut resorbiert wird, wie der des ungerösteten Roggenmehls. Das Körpergewicht, das in den ersten Perioden ziemlich konstant war, sank mit der Dauer der Ernährung mit geröstetem Mehl etwas stärker; während im Harn die Stickstoffwerte in allen Perioden ähnlich waren, stiegen in den Perioden mit geröstetem Roggenmehl die Werte für den Harnkohlenstoff und den Vacat-Sauerstoff deutlich an. Das ge-

röstete Mehl bewirkte also eine dysoxydative Stoffwechsellage, bei der die Oxydationshemmung in elektiver Weise an der N-freien Substanz sich einstellte.

Wir haben in diesen Versuchen ein schönes, instruktives Beispiel gewonnen, an dem wir, ich möchte sagen, mathematisch genau, den ändernden Einfluß der Erhitzung eines bestimmten Teiles der organischen Nahrung in ihrer Einwirkung auf den Ablauf des intermediären Stoffwechsels beobachten können.

Experimenteller Teil

Es wurden 10 ausgewachsene, männliche, weiße Ratten mit einem Durchschnittsgewicht von ca. 205 bis 210 g in einem gemeinsamen, großen Stoffwechselkäfig bei gleichen Versuchsbedingungen gehalten. Dieser Käfig gestattete es, Kot und Harn getrennt aufzufangen. Die 24stündige Sammelharnmenge wurde täglich gemessen und analysiert, der Kot immer am Ende einer Wochenperiode. Im Harn wurde täglich der Stickstoff nach der Halbmikromethode von *Kjeldahl*, der Vacat-Sauerstoff nach der Mikromethode von *Müller-Kanitz*[5]) und der Kohlenstoff nach der Mikromethode von *Nicloux-Osuka*[6]) bestimmt. Im periodenweise und bei 100° getrockneten Kot wurde der Stickstoffgehalt ermittelt.

Die Versuche wurden an einer größeren Zahl von Tieren durchgeführt, um individuelle Verschiedenheiten auszugleichen. Das Experiment setzte sich aus 4 Versuchsperioden zusammen. Jede Periode dauerte eine Woche, in der das jeweils zuständige Futter verabreicht und von den Tieren täglich quantitativ aufgefressen wurde. In der ersten Versuchsperiode wurde nicht analysiert, während an den 5 letzten Tagen einer jeden Periode die Analysen gemacht wurden. Die letzte Versuchsperiode umfaßt nur drei Analysentage.

Die *Futterzubereitung* war derart, daß zunächst mit Wasser ein Brei aus den jeweiligen Futterbestandteilen gekocht wurde, dem aber erst nach dem Erkalten die Vitaminträger Lebertran und frischer Apfelsinensaft zugemischt wurden. Die genaue Angabe aller Futterbestandteile findet sich in nachfolgender Tabelle.

Futtertabelle

Nach meiner Analyse enthalten:

1 g Casein	= 0,1183	g N
1 g Roggenmehl (Type 997)	= 0,011396	g N
1 g Roggenmehl (Type 997) geröstet .	= 0,01290	g N
1 g Stärke	= 00008	g N,

Periode 1		**Periode 2**	
Roggenmehl	= 103,8 g	Roggenmehl geröstet .	= 91,7 g
Lebertran	= 10,0 ccm	Lebertran	= 10,0 ccm
Salzgemisch	= 1,0 g	Zucker	= 12,0 g
Apfelsinensaft	= 10,0 ccm	Salzgemisch	= 1,0 g
Wasser	= 600,0 ccm	Apfelsinensaft	= 10,0 ccm
		Wasser	= 600,0 ccm
8,9% Eiweiß in der Trockensubstanz		8,9% Eiweiß in der Trockensubstanz	
50,5 Kalorien pro Tier täglich		50,48 Kalorien pro Tier täglich	

Periode 3 = Futter der 2. Periode.

Vor der Periode 1 liegt eine Fütterungswoche mit dem Futter der 1. Periode ohne Analysen!

Der prozentige N-Gehalt der Nahrung war in allen Versuchsperioden derselbe. Der prozentige Eiweiß-, Fett- und Kohlehydratgehalt der Nahrung wie ihr Kaloriengehalt waren in allen Perioden annähernd gleich.

Übersichtstabelle

Periode Nr.	Körpergewicht i. g	Harn-C mg	Harn-Vacat. O. mg	Harn-N mg	C/N.	V. O/N.	N-Bilanz i. g	Kot-N i. g	Trockenkotmenge i. g
I[1]) . . . Roggenmehl	210,8	695,6	1023,6	483,3	**1,439**	**2,117**	+0,05252	0,8717	17,0725
II[2]) . . . Roggenmehl geröstet	208,2	810,6	1405,9	440,9	**1,838**	**3,188**	+0,05384	1,0177	18,5585
III[3]) . . . Roggenmehl geröstet	205,0	933,3	1486,5	510,2	**1,829**	**2,913**	+0,04786	0,5819	11,4500

[1]) Dauer 7 Tage mit 5 Analysentagen (= letzte 5 Periodentage).
[2]) Dauer 7 Tage mit 5 Analysentagen (= letzte 5 Periodentage).
[3]) Dauer 3 Tage mit 3 Analysentagen.

Vor der Periode 1 liegt eine Fütterungswoche mit Futter der 1. Periode, ohne Analysen.

Anmerkung: Die Zahlen der Tabelle für C, Vacat — O, N und die N-Bilanz sind Durchschnittswerte für 10 Tiere an 1 Tag jeder Periode. Die Zahlen für das Körpergewicht sind Mittelwerte für 1 Tier an 1 Tag jeder Periode. Der Kot-N-Wert sowie die Trockenkotmenge sind die absoluten Werte für 10 Tiere und die 5 bzw. 3 Analysentage jeder Periode.

In der nun folgenden Analysentabelle werden aufgeführt:

1. Das Durchschnittsgewicht der Ratten, d. h. Gesamtgewicht dividiert durch die Anzahl der Tiere.
2. Die 24stündige Harnmenge.
3. Der Kohlenstoff-Vacat-Sauerstoff- und Stickstoffgehalt dieser 24stündigen Harnmenge.
4. Die aus diesen Zahlen errechneten Periodenmittelwerte, wie die aus diesen Periodenmittelwerten errechneten Harnquotienten C : N und Vacat — O : N.

Analysentabelle (10 Ratten).

Versuchstag Nr.	Körpergewicht i. g	Harnmenge ccm	Harn-C mg	Harn-Vacat. O. mg	Harn-N mg	C/N.	O/N.	O/C.
Periode 1. Roggenmehl!								
1	212	239	640,5	910,6	619,0	1,034	1,471	1,421
2	211	300	750,0	1128,0	474,0	1,582	2,379	1,504
3	211	310	846,3	1249,3	517,7	1,634	2,413	1,476
4	210	252	619,9	909,7	405,7	1,527	2,242	1,467
5	210	260	621,4	920,4	400,4	1,551	2,298	1,481
Periodendurchschnittswerte			695,6	1023,6	483,3	1,439	2,117	1,471
Periode 2. Roggenmehl geröstet!								
6	209	288	996,5	1503,4	636,5	1,565	2,361	1,508
7	209	387	793,3	1404,8	406,3	1,952	3,408	1,770
8	208	405	838,3	1543,0	437,4	1,916	3,527	1,840
9	208	282	673,9	1187,2	358,1	1,881	3,315	1,761
10	207	370	751,1	1391,2	366,3	2,050	3,797	1,852
Periodendurchschnittswerte			810,6	1405,9	440,9	1,838	3,188	1,734

Versuchstag Nr.	Körpergewicht i. g	Harnmenge ccm	Harn-C mg	Harn-Vacat. O. mg	Harn-N mg	C/N.	O/N.	O/C.
Periode 3. Roggenmehl geröstet!								
11	206	390	1392,3	2160,6	756,6	1,840	2,855	1,551
12	205							
13	204	391	1407,6	2299,0	774,2	1,818	2,969	1,633
Periodendurchschnittswerte			933,3	1486,5	510,2	1,829	2,913	1,592

N-Bilanztabelle

Periode 1. Roggenmehl! 103,8 g Roggenmehl = 1,1829 g N

10 Tiere an 5 Tagen Nahrungs -N: + 5,9145 g N
10 Tiere an 5 Tagen Kot -N: — 0,8717 g N C/N = 1,439
10 Tiere an 5 Tagen Resorbiert. -N: + 5,0428 g N
10 Tiere an 5 Tagen Harn -N: — 2,4168 g N O/N = 2,117
10 Tiere an 5 Tagen Reteniert. -N: + 2,6260 g N
10 Tiere an 1 Tag Reteniert. -N: + 0,5252 g N
1 Tier an 1 Tag Reteniert. -N: + 0,05252 g N Trockenkotmenge = 17,0725 g

Periode 2. Roggenmehl geröstet! 91,1 g Roggenmehl ger. = 1,1829 g N

10 Tiere an 5 Tagen Nahrungs -N: + 5,9145 g N
10 Tiere an 5 Tagen Kot -N: — 1,0177 g N C/N = 1,838
10 Tiere an 5 Tagen Resorbiert. -N: + 4,8968 g N
10 Tiere an 5 Tagen Harn -N: — 2,2046 g N O/N = 3,188
10 Tiere an 5 Tagen Reteniert. -N: + 2,6922 g N
10 Tiere an 1 Tag Reteniert. -N: + 0,5384 g N
1 Tier an 1 Tag Reteniert. -N: + 0,05384 g N Trockenkotmenge = 18,5585 g

Periode 3. Roggenmehl geröstet! 91,7 g Roggenmehl ger. = 1,1829 g N

10 Tiere an 3 Tagen Nahrungs -N: + 3,5487 g N
10 Tiere an 3 Tagen Kot -N: — 0,5819 g N C/N = 1.829
10 Tiere an 3 Tagen Resorbiert. -N: + 2,9668 g N
10 Tiere an 3 Tagen Harn -N: — 1,5308 g N O/N = 2,913
10 Tiere an 3 Tagen Reteniert. -N: + 1,4360 g N
10 Tiere an 1 Tag Reteniert. -N: + 0,4786 g N
1 Tier an 1 Tag Reteniert. -N: + 0,04786 g N Trockenkotmenge = 11,4500 g

Literatur

[1]) *Hintze*, „Geographie und Geschichte der Ernährung." Verlag Georg Thieme, Leipzig 1934.

[2]) *Proell*, „Rasse und Zahnleiden" aus Johann Schottky, „Rasse und Krankheit". Lehmann Verlag, München 1937.

[3]) *Bickel* und *van Eweyk*, Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften, 1921.

[4]) *Bickel*, Archiv für Kinderheilkunde, *107*. 1. 1935.

[5]) *Müller-Kanitz*, Biochem. Zeitschr. *249*. 234. 1932.
Biochem. Zeitschr. *257*. 361. 1933.

[6]) *Osuka*, Biochem. Zeitschr. *246*. 104. 1932.

Lebenslauf

Ich bin am 7. Juni 1907 zu Düsseldorf als Sohn des Kaufmannes Otto *Heusch* und seiner Frau Maria Heusch, geb. Dübbers, geboren. Bis zur Primareife wohnte ich bei meinen Eltern und besuchte das Realgymnasium an der Rethelstraße zu Düsseldorf. Die letzten Schuljahre verbrachte ich in Ahrweiler Rhl., wo ich an dem dortigen Realgymnasium mein Abiturientenexamen bestand. Ostern 1929 nach meinem Abiturientenexamen besuchte ich die Universität Freiburg i. Br. und begann mein medizinisches Studium. Drei Semester verbrachte ich in Freiburg, ging dann an die Universtät in Bonn und bestand nach meinem 5. Semester Herbst 1931 mein medizinisches Vorexamen. Während der klinischen Semester besuchte ich die Universitäten München, Rostock, Düsseldorf (med. Akademie) und Bonn, wo ich am 2. Juli 1935 das medizinische Staatsexamen bestand. Im Wintersemester 1933—34 mußte ich das Studium wegen schwerer Krankheit unterbrechen. Nach meinem Staatsexamen begann ich am 15. August 1935 an der Dermatologischen Universitätsklinik in München mein praktisches Jahr; nach einem Monat Tätigkeit ging ich an die Med. Poliklinik. Dort arbeitete ich bis zum 15. Januar 1936. Von dort ging ich nach Berlin an das städtische Krankenhaus am Urban, wo ich bis zu meiner ärztlichen Bestallung, dem 15. August 1936, blieb. Ich arbeitete dort an der pathologischen und chirurgischen Abteilung. Seit dem 1. Oktober 1936 bis heute bin ich an der chirurgischen Abteilung des St.-Hildegard-Krankenhauses, Berlin-Charlottenburg, tätig.

Die vorliegende Arbeit fertigte ich in den „Seminaristischen Übungen für pathologische Physiologie an der Universität Berlin“ unter Leitung von Herrn Professor Dr. *Adolf Bickel* an. Ich danke Herrn Professor *Bickel* für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung bei der Ausführung der Arbeit.